

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号  
特表2002-501194  
(P2002-501194A)

(43) 公表日 平成14年1月15日 (2002.1.15)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 1 N 21/88		G 0 1 N 21/88	Z 2 G 0 5 1
21/956		21/956	A
			B

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2000-528860(P2000-528860)  
(86) (22) 出願日 平成11年1月19日 (1999.1.19)  
(85) 翻訳文提出日 平成12年7月24日 (2000.7.24)  
(86) 国際出願番号 PCT/US99/01107  
(87) 国際公開番号 WO99/38002  
(87) 国際公開日 平成11年7月29日 (1999.7.29)  
(31) 優先権主張番号 09/010,570  
(32) 優先日 平成10年1月22日 (1998.1.22)  
(33) 優先権主張国 米国 (US)  
(81) 指定国 EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), JP, KR, SG

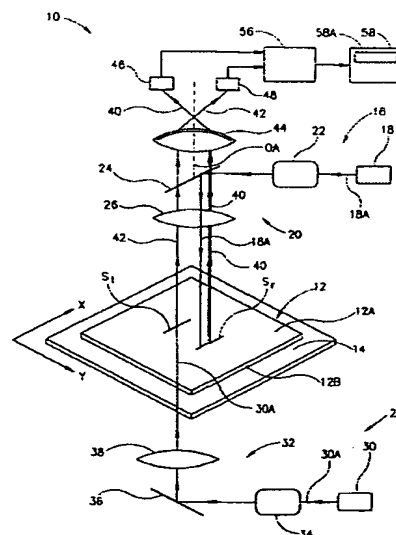
(71) 出願人 アプライド マテリアルズ インコーポレイテッド  
APPLIED MATERIALS, INCORPORATED  
アメリカ合衆国 カリフォルニア州  
95054 サンタ クララ パウアーズ アベニュー 3050  
(72) 発明者 エリヤサフ, エマニュエル  
イスラエル, 76305 レホヴォット, ツァイディ ストリート 9  
(74) 代理人 弁理士 長谷川 芳樹 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学検査方法及び装置

(57) 【要約】

対象物上に存在する欠陥を検出するように、上面 (12A) 及び下面 (12B) を有する対象物を光学的に検査するための方法及び装置。入射光の第一及び第二のビーム (118A、130A) を生成して、対象物に向ける。対象物の一面から反射した第一の入射ビームの光の構成要素 (140) と、対象物の上面及び下面を透過した第二の入射ビームの光の構成要素 (142) とを同時に検知する。欠陥を表示するデータを提供するように、反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素により各々形成された第一及び第二の画像を得て、分析する。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 対象物上に存在する欠陥を検出するために上面と下面とを有する対象物を光学的に検査するための方法であって、

- a) 第一及び第二の入射光ビームを設けるステップと、
- b) 第一の入射光ビームを対象物に向けて、対象物の一面から反射した光の構成要素を検知するステップと、
- c) 第二の入射光ビームを対象物に向けて、対象物の上面及び下面を透過した光の構成要素を検知するステップと、
- d) 反射した光の構成要素により第一の画像が形成され、且つ、透過した光の構成要素により第二の画像が形成される、対象物の第一及び第二の画像を同時に得るステップと、
- e) 前記欠陥を表示するデータを提供するように、前記第一及び第二の画像を分析するステップとを含む方法。

【請求項2】 第一及び第二の画像を得るステップが、反射した光の構成要素と透過した光の構成要素とを各々第一及び第二のイメージセンサに向けることを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】 第一及び第二の入射光ビームを対象物の対向する面から対象物に向けるステップが更に、

反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素を、反射した構成要素及び透過した光の構成要素の光路内に取り付けられた光学系を介して対象物の一つの側に収容された第一及び第二のイメージセンサに向けるステップを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】 第一及び第二の入射光ビームを対象物に向けるステップが更に、

前記第一及び第二の入射光ビームを操作して、第一及び第二の並行に間隔を空けて配置された、対象物の対応する部分に光を照射することを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項5】 対象物の各前記第一及び第二の部分が、ストリップの形態をとる、請求項4に記載の方法。

【請求項6】 第一及び第二の入射光ビームを対象物の対向する面から対象物に向けて、  
反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素を、反射した構成要素及び透過した光の構成要素の光路内に取り付けられた光学系を介して各々対象物の一つの側に収容された第一及び第二のイメージセンサに向けて、  
第一及び第二の部分が前記光学系の光軸に対して対称的に延長する、請求項4に記載の方法。

【請求項7】 第一及び第二の入射光ビームを対象物の対向する面から対象物に向けて、  
第一及び第二の入射光ビームを異なる波長を有する光から形成する、請求項1に記載の方法。

【請求項8】 第一及び第二の入射光ビームを対象物の対向する面から対象物に向けて、  
第一及び第二の入射光ビームを異なる偏光を有する光から形成する、請求項1に記載の方法。

【請求項9】 第一及び第二の部分の第一及び第二の画像が、二本のラインの形状をしていて、各々幅「a」及び長さ「b」を有し、幅「a」がそれぞれの部分の幅よりも実質的に狭く、ラインの間隔「d」が次の条件を満たし、  
$$d = n a$$
  
nは、 $n \geq 1$ の整数である、請求項4に記載の方法。

【請求項10】 第一及び第二の入射光ビームを設けるステップが、各々光ビームを生成する第一及び第二の光源を設ける、請求項1に記載の方法。

【請求項11】 第一及び第二の入射光ビームを設けるステップが、光ビームを生成する光源を設けることと、生成された光ビームを、生成された光ビームを第一及び第二の入射光ビームに分離するビームスプリッタを介して対象物に向けることとを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項12】 対象物の各ポイントの前記第一及び第二の画像を提供するように、検査平面内で二つの直交方向の軸線に沿って摺動移動させるために対象物を支持するステップを更に含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 13】 第一及び第二の画像を分析することが、画像を互いに比較する、請求項を 1 に記載の方法。

【請求項 14】 対象物に存在する欠陥を検出するために上面と下面とを有する対象物を光学的に検査するための装置であって、

i. 対象物に同時に向けられる第一及び第二の入射光ビームを提供するための照射システムと、

i i. 対象物の上面から反射する第一の入射ビームの光の構成要素と対象物の上面と下面とを透過した第二の入射ビームの光の構成要素とを同時に検知し、且つ、これらの光の構成要素を表示する出力信号を提供するための、対象物付近に取り付けられた検知システムと、

i i i. 反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素を検知システムに向ける光照準システムと、

i v. 反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素を表示する出力信号を受信し、且つ、前記欠陥を表示するデータを提供するように信号を分析するための、検知システムに接続されたプロセッサとを備える装置。

【請求項 15】 照射システムが、前記第一及び第二の入射光ビームを各々生成するための光源を二つ備える、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 16】 照射システムが、光ビームを生成するための光源と、生成されたビームを前記第一及び第二の入射光ビームに分離するためのビームスプリッタとを備える、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 17】 照射システムが、第一及び第二の入射光ビームを各々対象物の対向する面に向けるための照準光学部品を備える、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 18】 照射システムが、第一及び第二の入射光ビームを各々第一及び第二の並行に間隔を空けて配置された、対象物の部分に向けるための照準光学部品を備える、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 19】 前記第一及び第二の入射光ビームが、異なる波長の光から形成される、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 20】 前記第一及び第二の入射光ビームが、異なる偏光の光から

形成される、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 21】 検知システムが、各々反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素を検出するための第一及び第二のイメージセンサを備える、請求項 14 に記載の装置。

【請求項 22】 光照準光学部品及び検知システムが、対象物の一つの側に収容される、請求項 17 に記載の装置。

【請求項 23】 検査平面内で二つの直交方向の軸線に沿って摺動移動させるために対象物を支持する支持台を更に備える、請求項 14 に記載の装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の分野】

本発明は、光学検査技術分野において、パターンが付けられた物、例えば、フォトマスク、プリント回路基板（PCB）等を検査する方法及びシステムに関する。

## 【0002】

## 【発明の背景】

被検査物のパターン表面上に存在する欠陥を探知するための共通の目標を有する光学検査システムは、非常に多種多様である。「パターン表面」という言葉は、入射光について異なる光学的特性を有する領域で形成された表面を表す。

## 【0003】

特定の型の検査システムは、被検査物に光を照射する手段と、光が照射された物からの反射光により形成された画像を得る手段と、画像処理手段とを備える。しかしながら、被検査物が、フォトマスク、フレキシブルプリント回路基板（PCB）等の、それらのパターン表面が一般的に、透明な領域と不透明な領域とを有する物である場合には、光を照射した表面から反射する光で形成された、得られた画像は、透明な領域にたまたま発見されることのある埃や塵等の異物粒子のような欠陥を表示しない。実際、係る粒子の表面は、鏡状ではないので、粒子から戻ってくる光は、不規則に反射する、分散した光である。フォトマスクをPCBにおけるフォトリソグラフィとして用いる場合に、この問題は非常に重要である。

## 【0004】

最近開発されてきた方法及びシステムとは、対象物に光を照射する手段と、反射した光ビームと透過した光ビームとから形成される画像を得る手段と、これ进行处理する手段とにより、検査が行われる。係るシステムについては、例えば、米国特許第5,572,598号及び第5,563,702号に開示されている。両特許におけるシステムは、いわゆる「スキャン技術」を用いている。これは、照射レーザービームを生成して、被検査物表面上のスポットを限定するピクセルに焦点を合わせるものである。被検査表面全面のスポットを掃引するように、照

射ビームを発振偏向する。このシステムには、三つの異なる操作モードが適合されている。いわゆる「透過光検査モード」と「反射光検査モード」といった、第一及び第二のモードによれば、各々透過光又は反射光のいずれかを検出する手段により、対象物を逐一検査する。これらの操作モードは、適時独立している。欠陥の分類を目的とする第三の操作モードは、反射光ビーム及び透過光ビームの両方を検出することに基づいている。入射光の単一レーザービームを、光偏向手段を介して対象物のパターン表面に向け、対象物により反射するか又は透過するか、もしくは、対象物により一部反射して一部透過する。対象物と相互作用する前に、入射光の強度を測定する。二つの独立した検出器をを対象物の対向する側に収容して、この相互作用から起きる透過光及び反射光を検出する。この目的のため、このシステムは、各々透過光及び反射光を受光するための独立した光学部品と、これらの光を検出器に向ける光学部品とを備える。

#### 【0005】

このアプローチは、入射ビームと被検査体との相互作用がビームの強度に変化を引き起こすことに基づいている。ビームの強度は、対象物のそれぞれの領域に関する反射率及び透過率により変化する。従って、相互作用前後の入射ビームの強度と反射ビームの強度と透過ビームの強度とを各々適切に検出することにより、表面上の検査可能なポイント又はピクセルを、いわゆる「T-R空間」に表すことができる。即ち、その時点で生じる透過信号値と反射信号値に対応する座標を有するポイントにより、表すことができる。

#### 【0006】

しかしながら、このシステムは、照射用光学部品及び集光用光学部品のために非常に複雑な装置を必要とする。実際、照射装置には、対象物との相互作用に先立ってビームの強度を測定するように、光偏向手段と入射ビームの光路内に適切に収容された検出器とを備えねばならない。これにより、入射ビームの光路が複雑になり延長する。その上、単一ビームの入射光を使用することにより、対象物の対向する側に配置される反射ビーム及び透過ビームを検知するための検出器と共に、集光用光学部品を配置するために、不可避な要件をもたらすことになる。

## 【0007】

## 【発明の概要】

本発明の目的は、入射光の反射した光の構成要素と透過した光の構成要素とを検出することにより、対象物を自動的に光学的に検査するための新規の方法及び装置を提供することである。

## 【0008】

本発明の一態様によれば、対象物上に存在する欠陥を検出するように、上面と下面とを有する対象物を光学的に検査するための方法は、

(a) 第一及び第二の入射光ビームを設けるステップと、

(b) 第一の入射光ビームを対象物に向けて、対象物の一面から反射した光の構成要素を検知するステップと、

(c) 第二の入射光ビームを対象物に向けて、対象物の上面及び下面を透過した光の構成要素を検知するステップと、

(d) 反射した光の構成要素により第一の画像が形成され、且つ、透過した光の構成要素により第二の画像が形成される、対象物の第一及び第二の画像を同時に得るステップと、

(e) 前記欠陥を表示するデータを提供するように、前記第一及び第二の画像を分析するステップとを含む。

## 【0009】

ここで使用される「欠陥」とは、対象物上に探知される異物粒子の存在等の、対象物に関する特定の望ましくない状態を表す。

## 【0010】

従って、本発明の考えは、次の主な特徴に基づいている。第一及び第二の入射光ビームを生成して、対象物に向けて、上面にビームの焦点を合わせる。一般的に、各入射ビームを対象物の異なる領域から反射させることと透過させることは、共に可能であることが理解される。つまり、対象物と相互作用する領域により、各入射ビームは、部分的に透過し、且つ、部分的に反射して、その結果、各々透過した光の構成要素と反射した光の構成要素とになる。この目的のため、二つのイメージセンサ各々から実際に検出されるものというのは、対象物から反射



した第一の入射ビームの光の構成要素と、対象物を透過した第二の入射ビームの光の構成要素である。

#### 【0011】

一般的に、第一及び第二の入射ビームを対象物と同じ側から向けることができ、これは、上面又は下面のいずれかからである。この場合、センサ及び対応する照準光学部品を、対象物と対向する側に配置する。対向する面から対象物を照射することは、有利であることに留意されたい。これにより、センサを対象物の一方の側に配置することが可能になり、従って、共通の照準光学部品を用いて、反射した光の構成要素と透過した光の構成要素との両方を受光して、各々のセンサにこれらに向けることができる。

#### 【0012】

従って、好ましくは、両方の光の構成要素の光路内に適切に収容された共通の光学系を介して、反射した光の構成要素と透過した光の構成要素とを、別々のセンサに向ける。従って、別々のイメージセンサにより検知されるよう異なる光の構成要素を首尾よく分離するために、手段が設けられていることが理解される。この目的のため、本発明の代替の実施形態を二つ、例示する。

#### 【0013】

一実施形態によれば、第一と第二の入射光ビームを、対象物の異なる部分に同時に向ける。さらに詳しくは、入射光ビームは各々、間隔を空けて並行に配置された同一のストリップである、上面の第一及び第二のストリップを照射する。二つの照射されたストリップと共通の光学系との関係は、共通の光学系の光軸に対して対称的に延長するようになっている。この光学系が実際に、ストリップを第一及び第二のイメージセンサに投射し、これらは好ましくは、ラインセンサである。従って、間隔を空けて並行に配置された一組の対象物のラインが画像化される。ラインの寸法は、照射されたストリップの幅より実質的に狭いライン幅  $a$  であって、イメージセンサの視野により限定されることが理解される。二つの画像の間の重なった領域を最小にするように、照射された二つのストリップの間隔を調整する。画像化された二つのラインの間隔  $d$  は、次の条件を満たす。

$$d = n a$$

$n$ は、 $n \geq 1$ の整数である。

【0014】

本発明の代替の実施形態によれば、第一及び第二の入射光ビームは、上面の同じ部分を照射し、この部分はストリップの形状をしている。このため、第一及び第二の入射光ビームを、異なる波長、又は異なる偏光のいずれかを有する光から形成する。異なる波長の場合には、共通の光学系は、例えば、二色性ビームスプリッタ等の、適したビームスプリッタを備える。異なる偏光の場合には、共通の光学系は、例えば、複屈折効果に基づく適切なビーム偏光子デバイスを備える。

【0015】

第一及び第二の入射光ビームを、光ビームを生成するために適合した、二つの光源又は単一の光源のいずれかにより生成することもできる。単一の光源を用いる場合には、第一及び第二の入射光ビームに分離するビームスプリッタを介して、生成されたビームを対象物に向ける。

【0016】

好ましくは、イメージセンサは、光信号を受光し、且つ、光信号を表す電気出力を提供するように適合した種類のものである。例えば、電荷結合素子（CCD）カメラ、又は双方向時間遅延集積化（TDI）センサを用いてもよい。

【0017】

対象物全体を連続して検査するために、二つの直交方向の軸線に沿って検査平面内を摺動運動するよう対象物を支持する。いわゆる「両面」照射を行うために、対象物を、透明スラブ上に支持するか、又は、代替として、対象物の周囲領域のみを支持するフレーム上に支持してもよいことが理解される。検査の結果、対象物の上面の各ポイントを、いわゆる「反射」画像と「透過」画像とにより表す。これらの画像を互いに比較することにより、対象物上に欠陥がある場合には、欠陥を検知することができる。この目的のため、イメージセンサにより与えられた出力信号を、適したソフトウェアにより操作されるプロセッサに伝送して、第一及び第二の画像を互いに比較する。

【0018】

本発明のもう一つの態様によれば、対象物上に存在する欠陥を検出するために

、上面と下面とを有する対象物を光学的に検査するための装置を提供する。本装置は、

(i) 第一及び第二の入射光ビームを生成して、且つ、対象物に同時に向けるための照射システムと、

(ii) 上面から反射する第一の入射ビームの光の構成要素と対象物の上面及び下面から透過する第二の入射ビームの光の構成要素とを検知し、且つ、これら光の構成要素を表す出力信号を提供するために取り付けられた検知システムと、

(iv) 反射した光の構成要素及び透過した光の構成要素の光路内に収容され、これら光の構成要素を検知システムに向けるための光照準システムと、

(v) 反射した光の構成要素と透過した光の構成要素とを表す前記出力信号を受信して、且つ、分析し、前記欠陥を表示するデータを提供するための、検知システムに接続されたプロセッサとを備える。

#### 【0019】

従って、本発明は、二つの入射光ビームにより対象物を同時に照射し、これらの入射ビームの反射した光の構成要素と透過した光の構成要素とを各々検出することにより、対象物を検査することを可能にする。つまり、上述の米国特許と比較すれば、被検査物の各ポイントを、「Tマップ」及び「Rマップ」、即ち、「透過画像」及び「反射画像」の両方により表示する。これは、分析手順を簡素化する。その上、反射ビームと透過ビームとを別々のセンサに向けるための共通の光学系と、反射ビームと透過ビームとをうまく分離するための上述の解決法とが設けられているので、本装置の構成及び操作を、非常に簡素化できる。

#### 【0020】

特に詳しくは、本発明を、フォトマスクを検査するために用いる。フォトマスクは、典型的には、研磨された透明な基板の形状をしていて、その上面には、例えばクロム等の、薄い不透明な層により被膜された、間隔を置いて配置された複数の領域を有している。フォトマスクの上面には、透明な領域と不透明な領域との形状でパターンが描かれている。本発明の方法により検出される欠陥もまた、不透明な領域内でのスルーホール及び／又はこれら領域の幅変動の形態をとる。フォトマスクの不透明な領域と透明な領域とが、「反射画像」中では明るい領域

と暗い領域とで表示され、且つ、「透過画像」中では暗い領域と明るい領域とで各々表示されることが理解できる。異物粒子が透明な領域内に探知される場合には、反射画像中では暗い背景上の明るい点として現れ、透過画像中ではこの反対に現れる。異物粒子が不透明な領域内に探知される場合には、反射した光の構成要素に反応するイメージセンサのみが、これを検出する。係る粒子は、反射画像中では明るい背景上の薄暗い点として現れる。例えば不透明領域内のスルーホールや、これら領域内の幅変動等の、その他の欠陥を、反射ビームと透過ビームとの両方により検出する。

#### 【0021】

##### 【好適実施形態の詳細な説明】

図1を参照すると、全体が10と表される、フォトマスク12を検査するための装置が示されている。単に、装置10の構成の主な原理を理解することを容易にするために、光ビームの伝搬についてここに概略で示す。フォトマスク12は典型的には、上部表面12aと下部表面12bとを各々有する、研磨された透明な基板の形状をしている。上部表面12aは、例えばクロム等の薄い不透明な層により被膜された、間隔をあけて配置されている複数の領域を有するパターン（図示せず）で形成されている。つまり、表面12aは、透明な領域と不透明な領域とで形成されている。フォトマスク12は、互いに直交するx軸とy軸とに沿って摺動移動するために取り付けられたフレーム14上で、フォトマスク12の周囲領域が支持されている。代替として、照射が下部表面12bに届くように検査平面内でフォトマスク12を摺動移動させる同じ目的で、透明材料で形成された摺動台を用いてもよい。

#### 【0022】

装置10は、フォトマスク12の上部表面12aを照射するためにフォトマスク12の上側に取り付けられている、全体が16と表される照射組立体を備えている。組立体16は、光ビーム18aを生成する光源18と、ビーム18aの光路内に収容されている光学系20とを含む。光学系20は、典型的には円筒形レンズ又は特に図示しないが、ビームスプリッタ24及び体物レンズ26といった複数のレンズを備える、アナモルフィック系光学部品22を含む。光学系20の

これらの構成要素はすべて、それ自体周知であるので、得られるビーム18aを所望の形状にして、フォトマスク12に焦点を合わせることが可能にするという留意点を除いて、これらの構成要素について、より詳細に説明する必要はない。図示のように、ビーム18aは、上部表面12aのストリップSrを照射する。

#### 【0023】

フォトマスク12の上部表面12aを照射するためにフォトマスク12の下側に取り付けられた、全体が28と表される照射組立体が、更に備えられている。同様に、組立体20は、光ビーム30aを生成する光源30と、ビーム30aの光路内に収容された光学系32を含む。光学系32は、アナモルフィック系光学部品34と、鏡36と、コンデンサレンズ38とを備えている。透明な下部表面12bを介して透過するビーム30aは、上部表面12aのストリップStを照射する。鏡36を設けることは任意のことであって、単に、表面12bに対する光源30の位置によって理解される。

#### 【0024】

更に図1に概略で示されていて、図2で特に詳細に示されているように、ビーム18aが表面12aに衝突して、ストリップSr内に反射領域がある場合には、反射領域から反射されて、その結果、反射ビーム40となる。フォトマスク12の透明な下部表面12bを透過した入射ビーム30aは、上部表面12aに衝突して、ストリップSt内に透明な領域がある場合には、透明な領域を透過して、透過ビーム42を生成する。

#### 【0025】

典型的には集光レンズ又は複数の係るレンズ（図示せず）を有する光学系44は、反射ビーム40と透過ビーム42の両方の光路内にあるように、フォトマスク12の上側に配置されている。光学系44は、点線OAで示されている光軸を有している。光学系44は、ビーム40及び42を、各々ラインセンサ46及び48に向けて、これにより、幾何学的に独立したストリップSr及びStを二つのイメージラインLr及びLtに投射する。画像Lrを、ビーム18aにより照射されたストリップSrから反射した光から形成し、一方、画像Ltを、照射されたストリップStを透過した光により形成する。図3により詳細に図示されて

いるように、画質を両方のセンサで均等にするために、照射されたストリップS<sub>r</sub>及びS<sub>t</sub>が、光軸OAに対して対称的に延長するように構成する。

#### 【0026】

特に図示されていないが、イメージラインL<sub>r</sub>及びL<sub>t</sub>の寸法は、各センサ46及び48の視野により限定されて、実質的にはストリップS<sub>r</sub>及びS<sub>t</sub>の寸法よりも小さいことが判る。各センサ46及び48は、例えば従来のラインタイプのCCDカメラ等の、光信号を受信し、光信号に対応する電気出力を生成するために適合された種類のものである。

#### 【0027】

図4は、各々二つのローブ50及び52の形態をとる、ビーム40及び42の強度分布を示している。二つの照射ストリップS<sub>r</sub>及びS<sub>t</sub>の間の間隔を、重なり領域54を最小にするように配置することにより、二つの画像間の混話を減らすことが理解できる。

#### 【0028】

図1に戻ると、センサ46及び48の電気出力を受けるプロセッサ56は、センサ46及び48に接続されている。プロセッサ56を、電気出力を互いに比較することによりイメージラインL<sub>r</sub>及びL<sub>t</sub>を分析可能で、且つ、欠陥がフォトマスク12上にある場合には、欠陥を表示する情報を提供可能な、画像処理技術を実行する適したソフトウェアにより操作する。電気出力はまた、プロセッサ56のデータベース内に格納された対応する基準データ、もしくは別のフォトマスク又は検査された同じフォトマスクの別の部分から抽出された対応する基準データとも比較される。プロセッサ56の構成及び操作は、本発明の一部を形成しないので、従って、更に詳細に説明する必要はない。画像プロセッサ56により生成された情報を、コンピュータ装置58に出力して、画面58a上に表示する。

#### 【0029】

代替として、特に図示していないが、プロセッサ56とコンピュータ装置58とを一つの統合ユニットとして組み合わせることもできる。光源18及び30を、放射ビームを生成する単一の光源と置換することもできる。この場合、生成されたビームを、二つの別々のビームに分離して対向する側からフォトマスクを照

射するように、ビームスプリッタを介して被検査フォトマスクに向ける。

### 【0030】

装置10の操作について、検査中のフォトマスク12の上部表面12aの画像が部分的に示されている、図5a～図5fを参照してこれから説明する。まず始めに、上述のように、二つのストリップに同時に照射して（図示せず）、二つのライン $L_{r1}$ 及び $L_{t1}$ を画像化する。 $L_{r1}$ 及び $L_{t1}$ は同一で、同じ幅 $a$ と長さ $b$ とを有し、 $y$ 軸に沿って間隔を空けて並行関係で配置されている。ライン $L_{r1}$ 及び $L_{t1}$ 間の間隔 $d$ は、次のように規定される。

$$d = n a \quad (1)$$

$n$ は、 $n \geq 1$ の整数であって、本実施例では1に等しい。

### 【0031】

次の操作段階で、支持フレーム14は、フォトマスクを、 $y$ 軸に沿って $D_1$ 方向の特定のこのステップ $H_1$ に移動する。このステップは、次の条件を満たす。

### 【0032】

$$H_1 = n_1 a \quad (2)$$

$n_1$ は、 $n_1 \geq 1$ の整数であって、本実施例では1に等しい。もう一組のライン $L_{r2}$ 及び $L_{t2}$ を、各々センサ46及び48により画像化して、対応する電気出力をプロセッサ56に伝送する。この間、フレーム14が $D_1$ 方向に摺動移動するので、ステップ $H_1$ と同じだけフォトマスクを更に移動して、一組のライン $L_{r3}$ 及び $L_{t3}$ を画像化する。図5cから明らかに判るように、ライン $L_{t1}$ 及び $L_{r3}$ は一致する。表面12aの対応するストリップはすでに、ビーム30a及び18aにより連続して照射されている。図5d～図5eは、改めて説明するまでもなく、両方の入射光ビームにより照射されたこれらのストリップに対応する画像化されたラインの数が連続して増加することを表している。

### 【0033】

従って、通常、フォトマスク12を $y$ 軸に添って $D_1$ 方向に段階的に移動させることにより、表面12aの $B_1$ をストリップ毎に検査する。各々ビーム18a又は30aのいずれかにより各々照射されたこれらのストリップに対応するライン $L_{r'} - L_{r''}$ 及び $L_{t'} - L_{t''}$ は、いわゆる「マージン」である、表面12a

のパターン付されていない領域に対応するように、検査の開始を規定することが理解される。

【0034】

表面 12a の隣接するスライス  $B_{i+1}$  を検査するために、摺動フレーム 14 を、前もってセットされた本ステップ  $H_2$  に、 $x$  軸に添って  $D_2$  方向に移動する。ステップ  $H_2$  は、次のように規定される。

【0035】

$$H_2 = b \quad (3)$$

この後、フォトマスク 12 を、 $y$  軸に添って  $D_3$  方向に同じ距離  $H_1$  に段階的に移動させる。図示のように、スライス  $B_{i+1}$  の同時に画像化された一組のライン  $L_r$  及び  $L_t$  において、スライス  $B_i$  の同時に画像化された一組のライン  $L_{r1}$  及び  $L_{t1}$

の移動方向との関係と比較して、「反射」画像及び「透過」画像を、フォトマスクの移動方向に対して逆の関係に配置する。このため、画像プロセッサ 56 は、フォトマスク 12 の移動方向におけるそれぞれの変化について考慮するよう、その操作を制御するための適したソフトウェアを備える。また、特に図示していないが、光学センサをフレーム 14 のいずれかの側に適切に収容することもできる。

【0036】

一組の時間遅延集積化 (TDI) センサをイメージセンサ 46 及び 48 として用いる場合には、いわゆる「双方向」のものにすることが重要である。係る「双方向」TDI の構成及び操作は、それ自体周知なので、本発明の一部を形成するものではない。

【0037】

図 6a 及び図 6b に移ると、イメージライン  $L_{t1}$  及び  $L_{r3}$  について詳細に示されている。これらは表面 12a 上に照射された、ビーム 30a 及び 18a により連続して照射されたストリップと同じストリップに対応する。照射ストリップ内の上部表面の部分は、全体に 60 及び 62 で表される透明な領域及び不透明な領域の両方を含むことと、異物粒子 64 及び 66 は、各々透明な領域 60 及び不



透明な領域62に探知されることが想定される。明らかに判るように、透明な領域62及び不透明な領域64は、「透過」画像 $L_t1$  (図6a) 中では各々明るい領域及び暗い領域の形状で、一方、「反射」画像 (図6b) 中では各々暗い領域及び明るい領域の形状をしている。異物粒子については、係る粒子の表面は鏡状ではなく、従って、粒子から戻った光は、不規則反射する、散乱した光である。従って、透過ビーム40及び反射ビーム42は共に、透明な領域内に探知される粒子64の存在を表示する。粒子64は、光の減退のように現れる。即ち、「透過」画像 $L_t1$ 中では、明るい背景上にある暗いスポットとして現れ、「反射」画像 $L_r3$ 中では、暗い背景60上にあるより明るいスポットとして現われる。不透明な領域62上で探知される粒子66の存在は、「反射」画像 $L_r3$ の明るい背景上の薄暗いスポットとして現れて、反射ビーム40のみにより検出される。

#### 【0038】

即ち、フォトマスク12の上面あるいは下面といった、粒子64が位置する平面が確認される場合には、焦点面からはずれるように、上部表面12aを軸線O Aに沿ってわずかにずらして、電気出力の変化を検出することにより得てもよいことが理解される。また、特に図示していないが、「反射」画像及び「透過」画像は共に、不透明な領域内のスルーホールのような欠陥は表示するが、いわゆる「幅変動欠陥」を表すクロム被膜は見逃すことになる。

#### 【0039】

上述のように、y軸及びx軸に沿ってフォトマスク12が移動中、センサ46及び48により生成される信号が絶えず供給されるプロセッサ56は、これら電気信号を分析して、フォトマスク12の状態を表示するデータを生成する。処理データは、各「欠陥」に関して、そのタイプと座標とを示すリストの形状をしており、リストは、画面58aに表示される。

#### 【0040】

これから図7を参照すると、全体で100と表される装置の主な構成要素を示しており、この装置は、本発明のもう一つの実施形態に基づいて構成され、操作される。理解しやすくするため、装置10及び装置100において同一であるこ

これらの構成要素を、同じ参照番号により表示する。装置100は、摺動フレーム14上で支持されるフォトマスク12を検査する。二つの照射組立体116及び128は、フォトマスク12の対向する面からフォトマスク12の上面12aを照射するために設けられている。組立体116及び128は通常、装置10の組立体と同じで、各々、入射光ビームを発するための光源と発したビームの光路内に収容された適した光学系とを備えている。装置10と違って、光源118及び130は各々、異なる波長 $\lambda_1$ 及び $\lambda_2$ の光ビーム118a及び130aを生成する。ストリップ $S_{rt}$ を照射して、不透明領域がある場合には不透明領域から反射して反射ビーム140を生成するように、ビーム118aを光学系20を介して表面12aに向ける。次に、表面12aに衝突して同じストリップ $S_{rt}$ を照射して透過ビーム142を生成するように、光ビーム130aは、光学系32を通過する。反射ビーム140及び透過ビーム142を、各々光学系144を介してイメージセンサ46及び48に投射する。このため、光学系144は、集光レンズ44に加えて、二色性ビームスプリッタ145を備える。二色性ビームスプリッタは、色選択素子として周知であり、スペクトルエネルギーの特定のバンドを透過してその他を反射するために幅広く使用されている。

#### 【0041】

特に図示されていないが、装置100の操作は通常、装置10の操作と同じであることが容易に理解されるであろう。各照射されたストリップ $S_{rt}$ を、光学系114により二つのイメージライン（図示せず）に投射する。フォトマスク12を、y軸に沿って特定のステップで連続して移動する。一方では、画像間の重なりを避け、他方では、操作の速度を上げるように、好適にはこのステップは、イメージラインの幅と同じであることが理解される。一片のフォトマスクを検査すると同時に、次のフォトマスクをx軸に添って、好適には、イメージラインと同じ長さの、特定のステップで移動する。

#### 【0042】

図8を参照すると、本発明の更にもう一つの実施形態に基づいて構成され、操作される、装置200が示されている。同様に、上述の実施形態及び装置200において同一であるこれら構成要素は、同じ参照番号で表示されている。装置2

00は、異なる偏光を有する二つの入射光ビーム218a及び230aにより、フォトマスク12の上面12aのストリップSを照射できる。このため、光学系220及び232は、各々ビーム218a及び230aの光路内に収容された、ビーム偏光子デバイス234及び236を備える。代替として、各光源218及び230を、偏光ビームを生成するために適合されたような種類のものにもできる。従って、反射ビーム240及び透過光242は、異なる偏光である。図7の二色性ビームスプリッタ145を、異なる偏光を分離できるような種類のビーム偏光子デバイス245で置換する。例えば、複屈折セル又は多層誘電構造の形状の偏光感受性媒体を典型的に備える係るビーム偏光子は、周知である。フォトマスクの上部表面の不透明な領域に探知される異物粒子から戻る光の構成要素は、反射効果及び回折効果のため、復極して散乱した前方光となることが理解される。これにより、「反射」イメージ中の明るい背景上にある粒子の出現定数を増加する。

#### 【0043】

前記特許請求の範囲により限定される範囲から逸脱することなく、各種の変形及び変更を、前述で例示した本発明の実施形態に応用できることが、当業者には容易に理解されよう。方法の請求項において、請求項のステップを表すために使用した文字は、利便のためのみに提供されており、ステップを実行する特定の順序を規定するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明を理解し、且つ、本発明を実際にどのように実行できるか理解するために、幾つかの好適な実施形態について、添付図面を参照しつつ非限定的例示を介して、以下説明する。

#### 【図1】

本発明の一実施形態に基づく、パターン対象物を光学的に検査するための装置の主な構成要素を示すブロック図。

#### 【図2】

図1の装置を操作する主な原理を特に詳細に示す図。

#### 【図3】

図 1 の装置を操作する主な原理を特に詳細に示す図。

【図 4】

図 1 の装置の光学系を操作する主な原理を示すグラフ。

【図 5 A】

図 1 の装置を操作する連続ステップの間に、対象物上部表面に照射された部分の画像についての概略図。

【図 5 B】

図 1 の装置を操作する連続ステップの間に、対象物上部表面に照射された部分の画像についての概略図。

【図 5 C】

図 1 の装置を操作する連続ステップの間に、対象物上部表面に照射された部分の画像についての概略図。

【図 5 D】

図 1 の装置を操作する連続ステップの間に、対象物上部表面に照射された部分の画像についての概略図。

【図 5 E】

図 1 の装置を操作する連続ステップの間に、対象物上部表面に照射された部分の画像についての概略図。

【図 5 F】

図 1 の装置を操作する連続ステップの間に、対象物上部表面に照射された部分の画像についての概略図。

【図 6 A】

対象物上部表面の領域の二つの画像についての概略図。

【図 6 B】

対象物上部表面の領域の二つの画像についての概略図。

【図 7】


本発明のもう一つの実施形態に基づく、検査装置の主な構成要素を示すブロック図。

【図 8】

本発明の更にもう一つの実施形態に基づく、検査装置の主な構成要素を示すブロック図。

【符号の説明】

10、100、200…装置、12…フォトマスク、14…フレーム、16、20、116、128…組立体、18、30、118、130…光源、32、44、114、144、220、232…光学系、34…アナモルフィック系光学部品、36…鏡、38…コンデンサレンズ、40、42、140、240…反射ビーム、46、48…ラインセンサ、56…画像プロセッサ、60…透明領域、62…不透明領域、64、66…異物粒子、142、242…透過ビーム、145…二色性ビームスプリッタ、245…偏光子デバイス。

10 

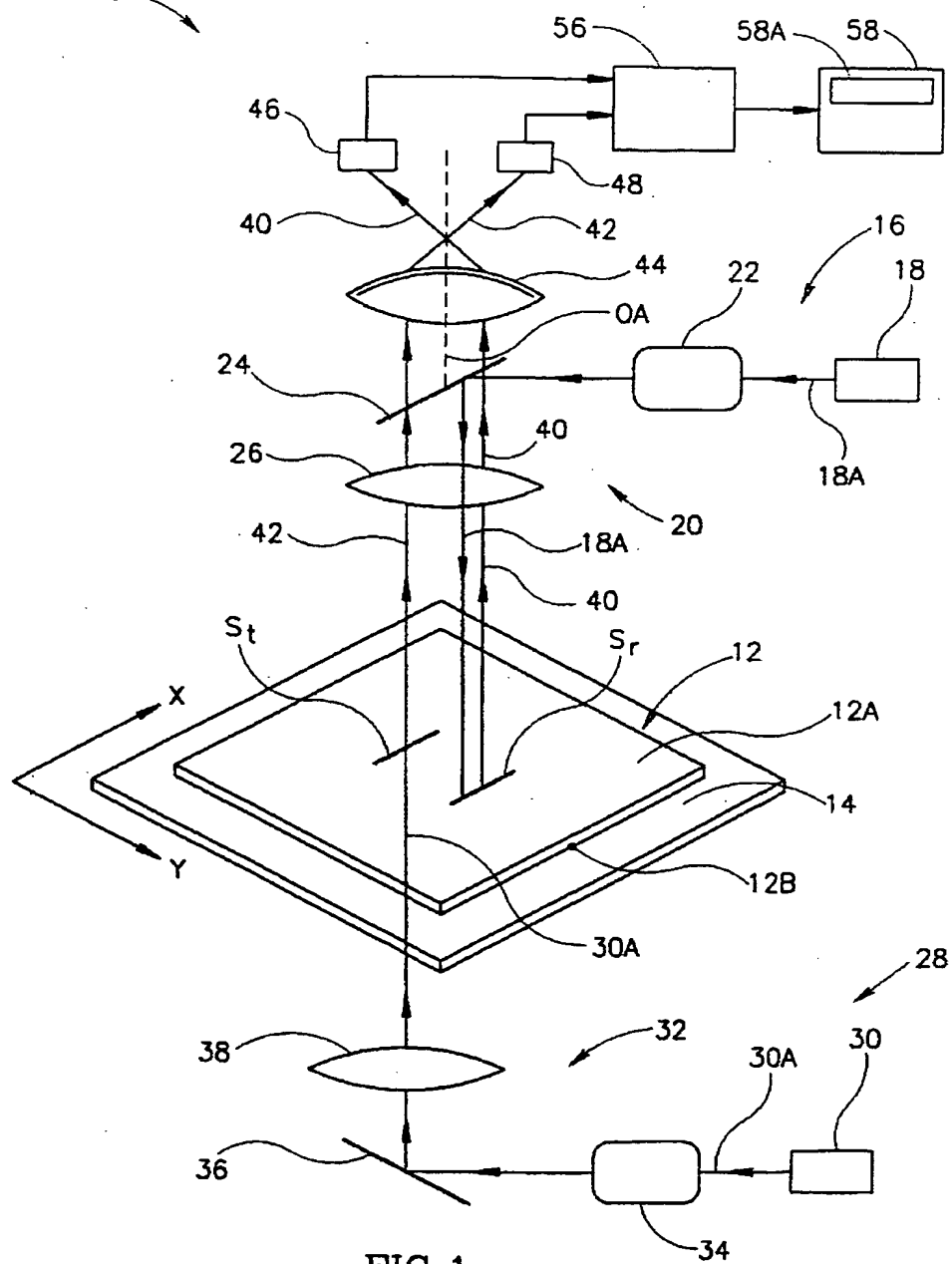


FIG. 1

【図2】

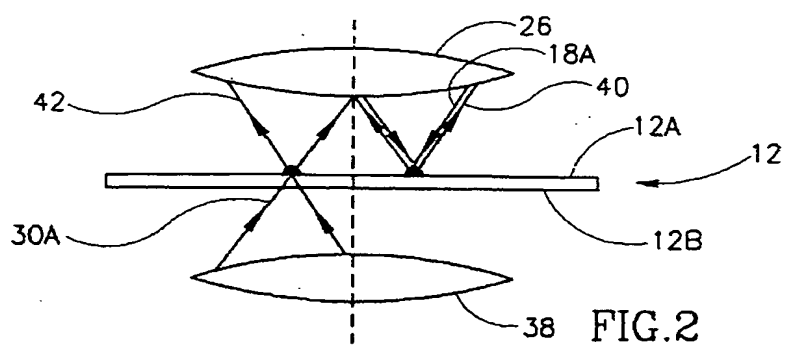


FIG.2

【図3】

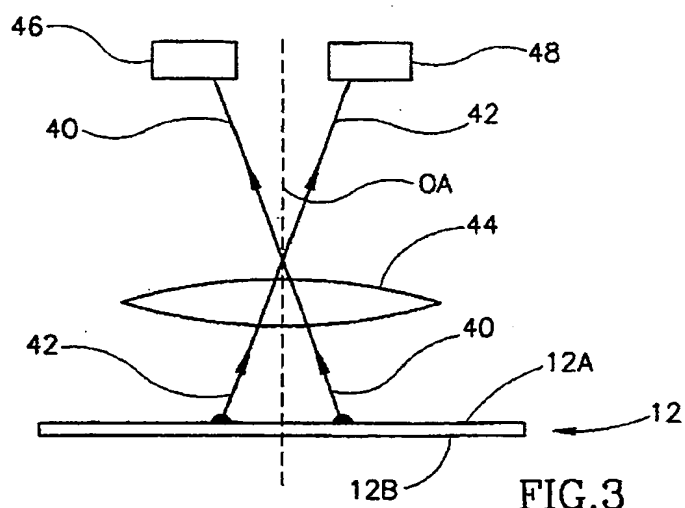


FIG.3

【図4】

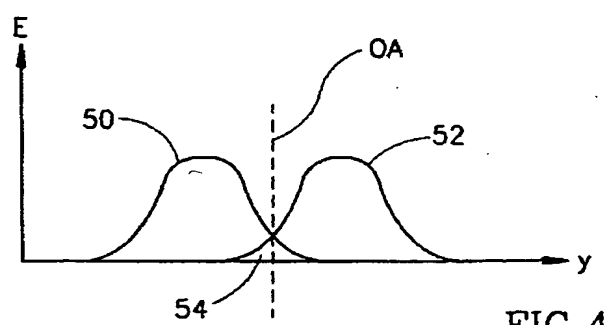


FIG.4

【図5A】

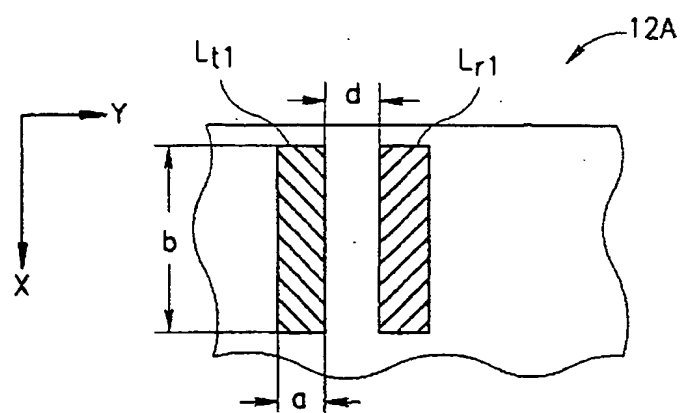


FIG.5A

【図5B】

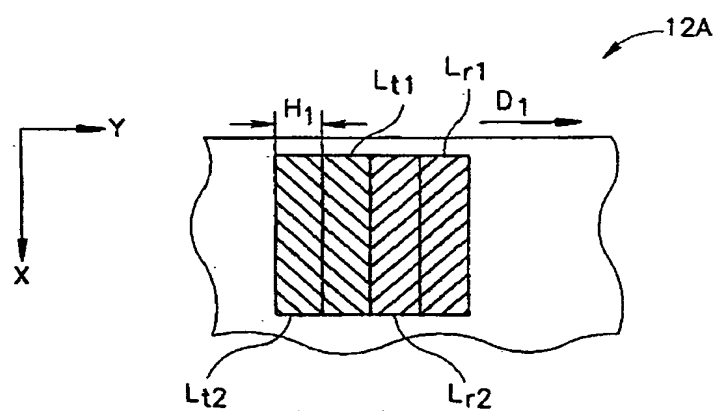


FIG.5B

【図5C】

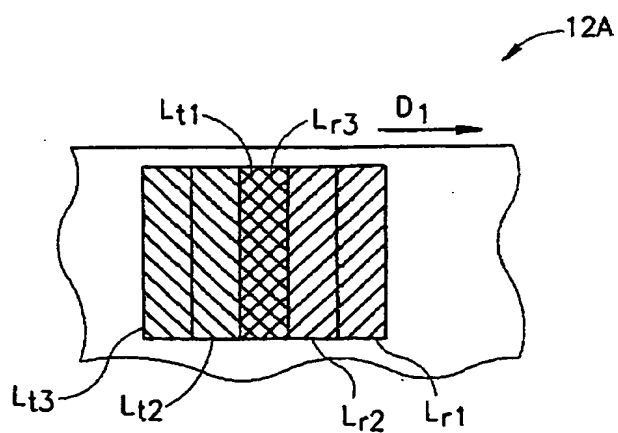
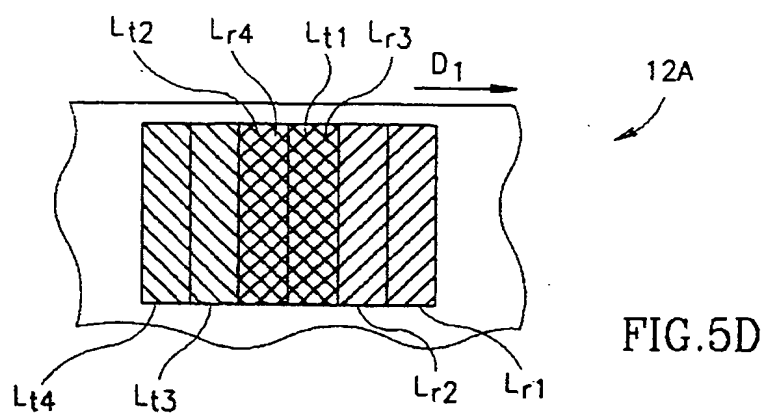


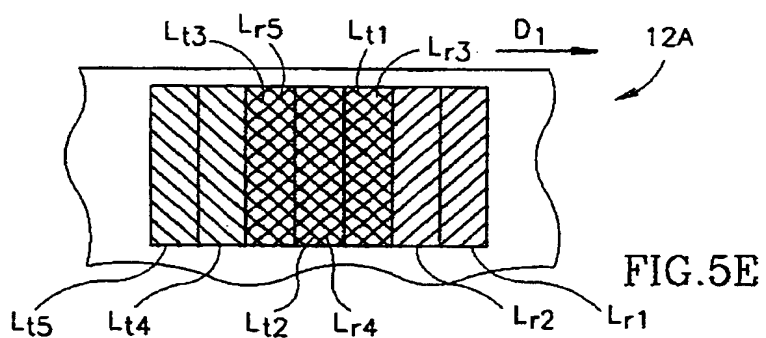
FIG.5C



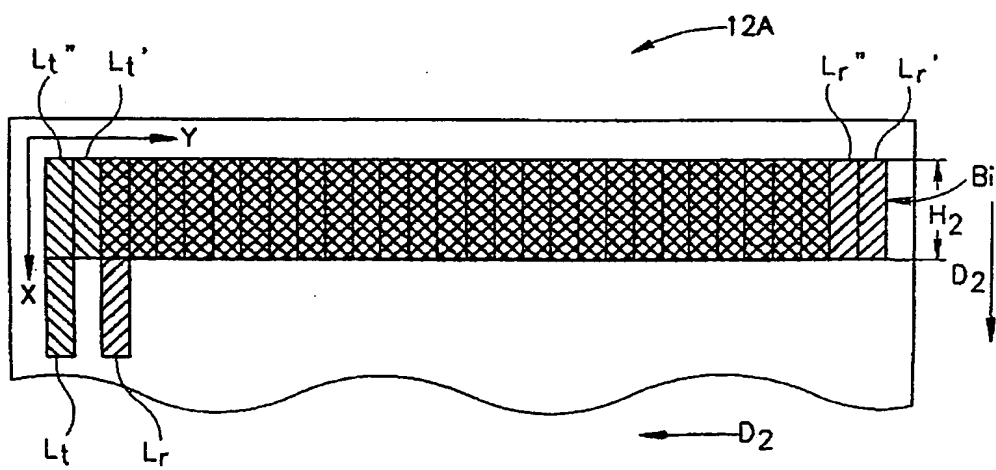
【図5D】



【図5E】



【図5F】



【図6A】

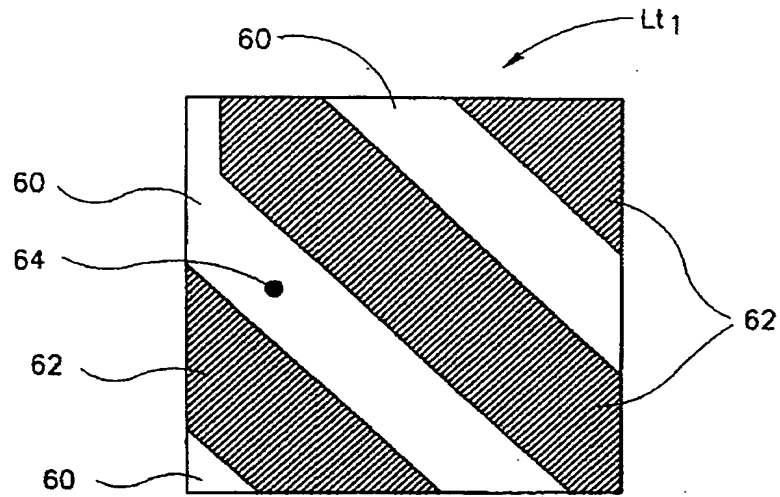


FIG.6A

【図6B】

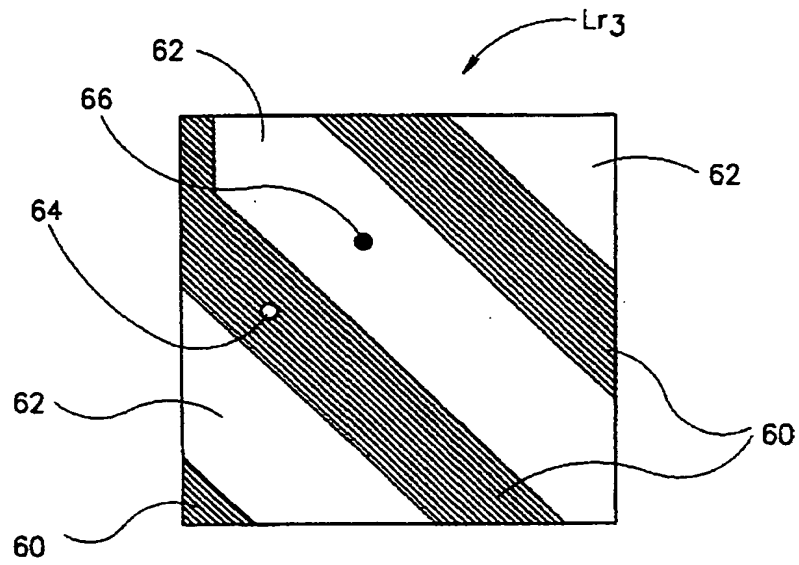


FIG.6B

【図7】

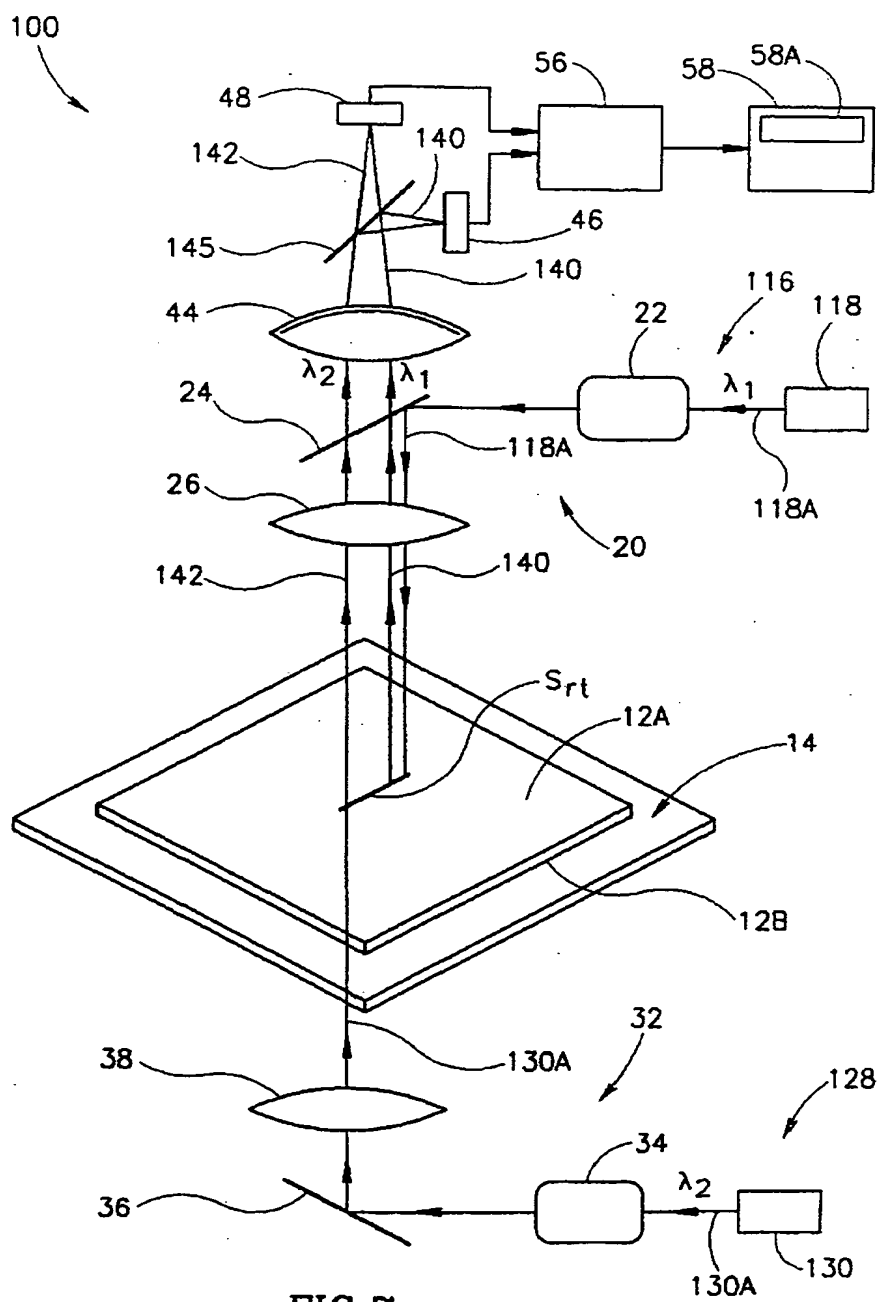
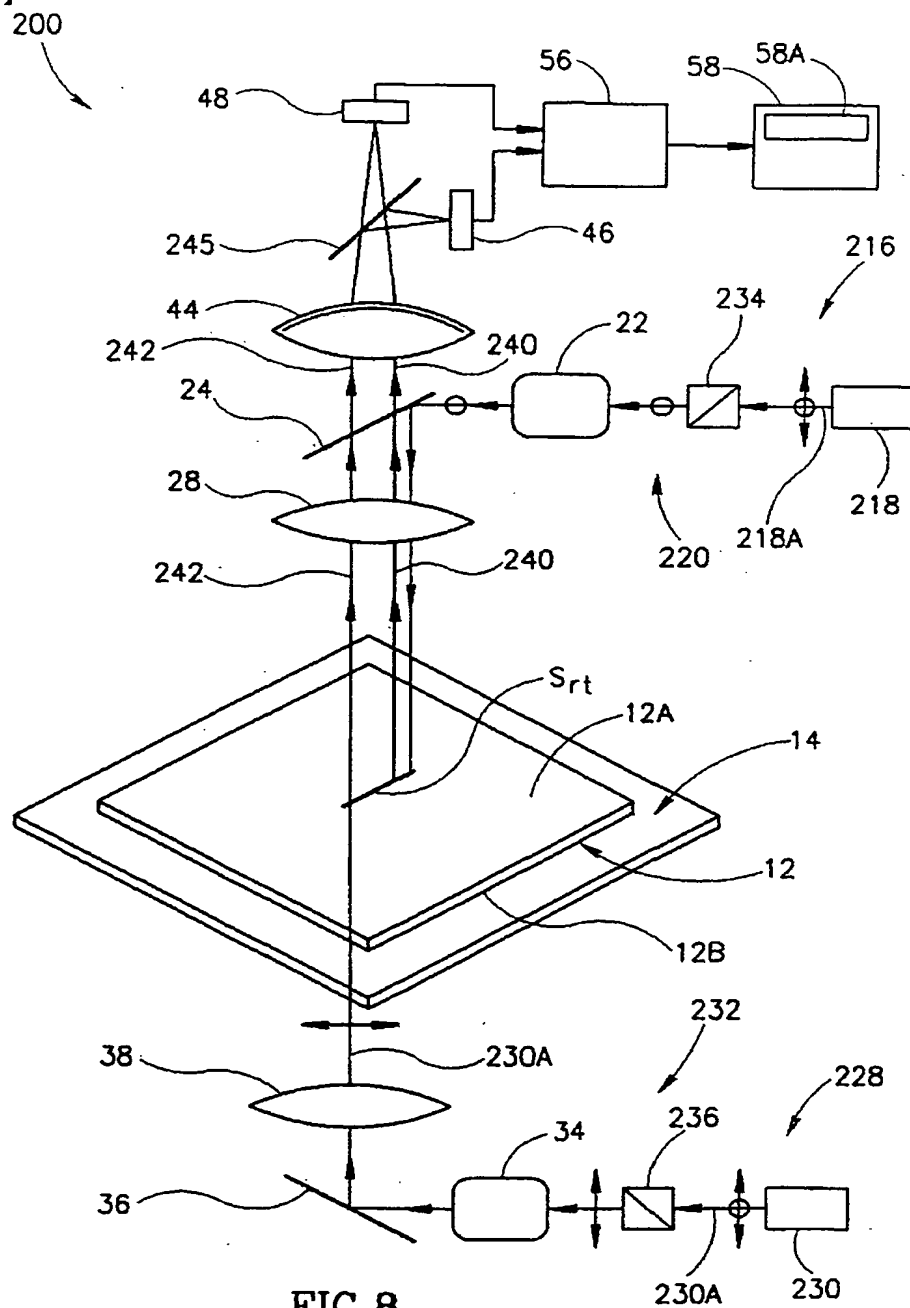


FIG.7

【図8】



## 【国際調査報告】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

 Internatic Application No  
 PCT/US 99/01107

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 6 G01N21/88  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 6 G01N G02B  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 386 112 A (DIXON ARTHUR E) 31 January 1995  see column 5, line 43 - column 7, line 11; figure 4	1,3,6-8, 11,12, 14,16, 17,20, 22,23
A	EP 0 819 933 A (ORBOT INSTR LIMITED) 21 January 1998  see column 3, line 31 - column 4, line 35 see column 5, line 50 - column 6, line 3; figures 1,7  --- -/-	1,7,8, 10-17, 21-23
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		
<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance: the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. "Δ" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  6 May 1999		Date of mailing of the international search report  17/05/1999
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2220 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Scheu, M

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internatio Application No  
PCT/US 99/01107

C/(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,X	EP 0 838 679 A (NIPPON ELECTRIC CO) 29 April 1998  see column 2, line 26 - line 37 see column 5, line 42 - column 8, line 14; figures 1,6	1,2,4,8, 11,14, 16,18, 20-23

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.  
PCT/US 99/01107

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5386112 A	31-01-1995	DE 69105977 D EP 0536273 A AT 115738 T CA 2086251 A WO 9200540 A	26-01-1995 14-04-1993 15-12-1994 30-12-1991 09-01-1992
EP 0819933 A	21-01-1998	JP 10123059 A US 5892579 A	15-05-1998 06-04-1999
EP 0838679 A	29-04-1998	JP 10185531 A	14-07-1998

---

フロントページの続き

(72) 発明者 ティロシュ, エハッド  
イスラエル, 97232 エルサレム, モ  
シェ スコール ストリート 1  
Fターム(参考) 2G051 AA56 AA65 AB01 AB07 BA08  
CA04 CB03 CC12 EB01